



ExMax 90°-Drehantriebe – Baugröße S

Elektrische, explosionsgeschützte Drehantriebe

3-Pkt. / 0...10 V DC / 4...20 mA Ansteuerung, mit Rückführung, 24...240 V AC/DC, 95° Drehwinkel

5/10 Nm, 15/30 Nm ohne und 5/10 Nm, 15 Nm mit Notstellfunktion (Federrücklauf)

ATEX-zertifiziert nach Richtlinie 2014/34/EU für Zone 1, 2, 21, 22

ExMax - ... - Y
ExMax - ... - YF
ExMax - ... - CTS
ExMax - ... - VAS

Änderungen vorbehalten!

Kompakt. Montagefreundlich. Universell. Preiswert. Sicher.

Type	Drehmoment	Versorgung	Motorlaufzeit	Federrücklauf	Ansteuerung	Rückführung	Schaltbild
ExMax- 5.10 - Y	5 / 10 Nm	24...240 V AC/DC	7,5 / 15 / 30 / 60 / 120 s/90°	–	3-Pkt., 0...10 V DC, 4...20 mA	0...10 V DC, 4...20 mA	SB 5.0 – 5.3
ExMax-15.30 - Y	15 / 30 Nm	24...240 V AC/DC	7,5 / 15 / 30 / 60 / 120 s/90°	–	3-Pkt., 0...10 V DC, 4...20 mA	0...10 V DC, 4...20 mA	SB 5.0 – 5.3
ExMax- 5.10 - YF	5 / 10 Nm	24...240 V AC/DC	7,5 / 15 / 30 / 60 / 120 s/90°	3 oder 10 s/90°	3-Pkt., 0...10 V DC, 4...20 mA	0...10 V DC, 4...20 mA	SB 5.0 – 5.3
ExMax- 15 - YF	15 Nm	24...240 V AC/DC	7,5 / 15 / 30 / 60 / 120 s/90°	3 oder 10 s/90°	3-Pkt., 0...10 V DC, 4...20 mA	0...10 V DC, 4...20 mA	SB 5.0 – 5.3
ExMax- ... - CTS	Typen wie vor mit Aluminium-Gehäuse mit seewasserbeständiger Beschichtung (Kabelverschraubungen Messing vernickelt)						
ExMax- ... - VAS	Typen wie vor mit Edelstahlgehäuse für aggressive Umgebung (Kabelverschraubungen Messing vernickelt)						

Produktansichten und Anwendungen

Regel- und Absperrklappen



Kugelhähne



Drosselklappen



Beschreibung

Die ExMax-Stellantriebgeneration ist die Revolution für Regel-, Sicherheits- und Absperrklappen, Volumenstromregelungen, die Betätigung von Kugelhähnen, Drosselklappen und anderen motorisierten Komponenten in der technischen Gebäudeausrüstung, Chemie, Pharmazie, Industrie und in Offshore-Anlagen, zum Einsatz in Ex-Bereichen der Zonen 1, 2 (Gase) und 21, 22 (Stäube).

Höchste Ex-Schutz-Klassen (ATEX) und die Schutzart IP66, geringe Abmessungen, nur 3,5 kg Gewicht, universelle technische Kenndaten, eine integrierte Heizung und ein optionales Edelstahlgehäuse gewährleisten den sicheren Betrieb auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen. Bürstenlose Motore stehen für eine hohe Lebensdauer.

Alle Antriebe sind ohne zusätzliche elektronische Hilfsmittel vor Ort programmier- und justierbar. Motorlaufzeiten, Drehmomente und die Federrücklaufzeiten sind je nach Type vor Ort wählbar. Das Universal-Netzteil ist selbstadaptiv für Eingangsspannungen von 24...240 V AC/DC. Außerdem können durch Schaltung Signalinvertierung sowie Zwangssteuerungen ausgeführt werden. Die Antriebe sind 100 % blockierfest und selbsthemmend.

...Max-...-YF Antriebe sind zusätzlich mit integrierter Federrücklauf-funktion zur Realisierung von Sicherheitsstellungen ausgestattet. Die Standard-Achsanbindung erfolgt über eine formschlüssige Doppel-Vierkant-Hohlachse mit 12 x 12 mm.

Das modulare Konzept ermöglicht die Nachrüstung von justierbaren Hilfsschaltern und anderen Zubehörelementen sowie die Montage mechanischer Adaptionen für Kugelhähne, Drosselklappen und andere Armaturen.

Highlights

- Einsatz für alle Gase, Nebel, Dämpfe, Stäube in Zone 1, 2, 21 und 22
- Universal Spannungsversorgung 24...240 V AC/DC
- 5 einstellbare Motorlaufzeiten 7,5–15–30–60–120 s/90°
- 2 einstellbare Federrücklaufzeiten ~ 3–10 s/90°
- 3-Pkt.- und Stetig-Ansteuerung mit und ohne Federrücklauf
- Rückführsignale 0...10 V DC und 4...20 mA
- Invertierungsfunktion
- 5–10–15–30 Nm Antriebe in nur einer Gehäusegröße
- 100 % Blockierfestigkeit und selbsthemmend
- Kompaktes Design und geringe Abmessung (L x B x H = 210 x 95 x 80 mm)
- Formschlüssige Doppel-Vierkant-Achsenverbindung 12 x 12 mm
- 95° Drehwinkel inkl. 5° Vorspannung
- Robustes Aluminium-Gehäuse (optional mit seewasserbeständiger Beschichtung) oder in Edelstahlausführung
- Schutzart IP66
- Handbetätigung und Vorbereitung für komfortable Handverstellung
- Getriebe aus Edelstahl und Sinterstahl
- Gewicht nur ~ 3,5 kg
- Integrierte Heizung bis -40 °C Umgebungstemperatur
- Integrierte Sicherheitstemperaturbegrenzung
- Verdeckte Bedienelemente zur Parametrierung (Taster, Lampe, Schalter)
- Vorbereitung für nachrüst- und justierbare externe Hilfsschalter Typ ...Switch



Technische Daten	ExMax- 5.10 -Y	ExMax- 15.30 -Y	ExMax- 5.10 -YF	ExMax- 15 -YF
Drehmoment Motor (min.)	5 / 10 Nm vor Ort einstellbar	15 / 30 Nm vor Ort einstellbar	5 / 10 Nm vor Ort einstellbar	15 Nm
Drehmoment Feder (F)	–	–	min. 10 Nm	min. 15 Nm
Drehmoment Blockade	In Blockaden und Endlagen sind die Drehmomente größer als die oben angegebenen Drehmomente für Motor und Feder.			
Dimensionierung externe Last	Bei Federrücklauf soll die externe Last max. 80 % vom Drehmoment Feder (F) betragen.			
Spannungsversorgung / Frequenz	24...240 V AC/DC \pm 10 %, selbstadaptiv, Frequenz 50...60 Hz \pm 20 %			
Leistungsaufnahme	Maximale Anlaufströme siehe ① Zusatzinformation (spannungsabhängig, $I_{Anlauf} \gg I_{Nenn}$), ca. 5 W Halteleistung, ca. 16 W Heizbetrieb			
Schutzklasse	Schutzklasse I (geerdet)			
Drehwinkel und Stellungsanzeige	95° inkl. \sim 5° mechanischem Vorspannungsbereich, Stellungsanzeige auf Antriebshohlachse steckbar			
Drehsinn	wählbar durch Links-/Rechts-Montage des Antriebes an der Armatur/Klappe			
Motorlaufzeiten	7,5 / 15 / 30 / 60 / 120 s/90°, vor Ort einstellbar			
Motor	bürstenloser Gleichstrommotor			
Ansteuerung Y	3-Pkt., 0...10 V DC, 4...20 mA je nach Verdrahtung vor Ort wählbar. Galvanische Trennung zwischen Versorgung und Y-Signal			
Rückführsignal U	0...10 V DC, 4...20 mA je nach Verdrahtung vor Ort wählbar, beide Signale stehen gleichzeitig zur Verfügung			
Leistungsdaten Y und U	Ansteuerung: Y_U 0...10 V DC bei 10 k Ω , Y_I 4...20 mA bei 100 Ω . Rückführung: U_U 0...10 V DC bei 2.000... ∞ Ω , U_I 4...20 mA bei 0...800 Ω			
Invertierung	Durch Setzen einer Drahtbrücke zwischen den Klemmen 3–4 der Signalleitung wird die Funktion der Eingangs- und Ausgangssignale invertiert			
Zwangssteuerung	Im Stetigbetrieb kann durch externe Beschaltung unabhängig vom Regelsignal eine Zwangssteuerung Auf oder Zu durchgeführt werden			
Stellwinkelabgleich Y und U	Bei externer, mechanischer Stellwinkelbegrenzung kann auf Knopfdruck ein Abgleich der Eingangs-/Ausgangssignale durchgeführt werden			
Federrücklauf (F)	–	–	Federrücklauffunktion bei Spannungsunterbrechung	
Ansprechzeit Federrücklauf	–	–	bis zu 1 Sek. nach Spannungsunterbrechung	
Federrücklaufzeit (F)	–	–	\sim 3 oder 10 s/90°, vor Ort wählbar	
Federrücklauf-Modus 3 Sek.	–	–	\sim 3 bis 4 s/90° Drehwinkel, je nach externer Last	
Sicherheitsstellungen bei 10 Sek. (F) – bei 3 Sek. (F) –	–	–	min. 10.000, je nach Klappenkonstruktion und Betriebsbedingung min. 1.000, je nach Klappenkonstruktion und Betriebsbedingung	
Abtriebshohlachse	Doppelvierkant 12 \times 12 mm, formschlüssige Verbindung, 100 % blockierfest und selbsthemmend bis 15 Nm			
Elektrischer Anschluss	2 Kabel je ca. 1 m, Ader-Querschnitt 0,5 mm ² , Potenzialausgleichsleiter 4 mm ² . Zum Anschluss im Ex-Bereich ist ein zugelassener Ex-e Klemmkasten erforderlich!			
Außendurchmesser Kabel	\sim \varnothing 7,1 + 7,4 mm	\sim \varnothing 7,1 + 7,4 mm	je \sim \varnothing 7,4 mm	je \sim \varnothing 7,4 mm
Kabelverschraubung	M16 \times 1,5 mm			
Handbetätigung	mit beiliegendem Sechskantschlüssel, max. 4 Nm			
Heizung	Integrierte, geregelte Heizung zum Einsatz der Antriebe bis max. -40 °C Umgebungstemperatur			
Gehäusematerial	Aluminium-Druckguss-Gehäuse, beschichtet. Optional mit seewasserbeständiger Beschichtung (...-CTS) oder Edelstahl-Gehäuse, № 1.4581 / UNS-J92900 / ähnlich AISI 316Nb (...-VAS)			
Abmessungen (L \times B \times H)	210 \times 95 \times 80 mm, grafische Darstellung siehe ① Zusatzinformation			
Gewicht	\sim 3,5 kg Aluminium-Ausführung, Edelstahl-Ausführung \sim 7 kg			
Umgebungstemperatur	Lagertemperatur $-40...+70$ °C, Umgebungstemperatur im Betrieb $-40...+40$ °C bei T6 bzw. $-40...+50$ °C bei T5			
Feuchte	0...90 % rF nicht kondensierend			
Betriebsart 7,5 Sek. Motorlaufzeit \geq 15 Sek. Motorlaufzeit	bei 24 V: S3 – 50 % ED Aussetzbetrieb (ED = Einschaltdauer) bei 15 / 30 / 60 / 120 s sind 100 % ED gestattet			
Genauigkeit elektrisch	\sim 100 Schritte			
Automatischer Abgleich	Bei Erstinbetriebnahme muss ein Abgleich für Sanftblockade und Drehwinkelanpassung durchgeführt werden			
Anschlussbilder	SB 5.0 / 5.1 / 5.2 / 5.3			
Lieferumfang	Antrieb, 4 Schrauben M4 \times 100 mm, 4 Muttern M4, Sechskantschlüssel für Handbetätigung			
Auslieferungszustand	5 Nm, 30 s/90°	15 Nm, 30 s/90°	5 Nm, 30 s/90°	15 Nm, 30 s/90°

Approbationen

ATEX-Richtlinie	2014/34/EU
EU-Baumusterprüfung	EPS 17 ATEX 1 132 X
IECEX-Konformität	IECEX EPS 17.0065X
Kennzeichnung Gase	II 2 (2) G Ex db [ib Gb] IIC T6, T5 Gb
Typen ...-CTS	II 2 (2) G Ex db [ib Gb] IIB T6, T5 Gb
Kennzeichnung Stäube	II 2 (2) D Ex tb [ib Db] IIIC T80°C, T95°C Db
CE-Kennzeichnung	CE 0158
EMV-Richtlinie	2014/30/EU
Niederspannungs-RL	2014/35/EU
Gehäuse-Schutzart	IP66 nach EN 60529

Sonderausführungen und Zubehör

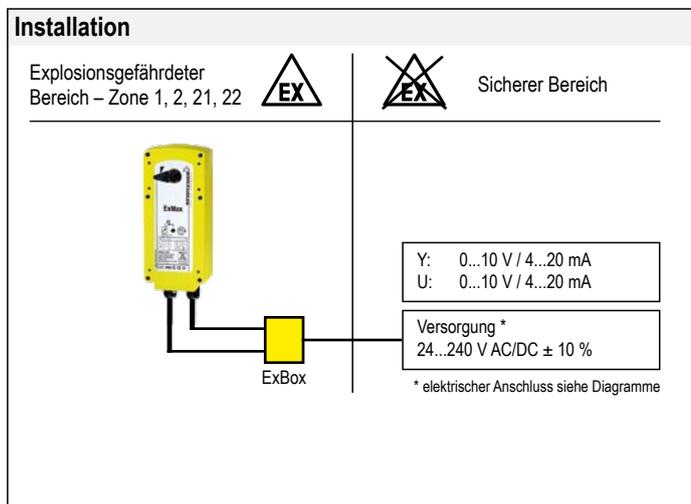
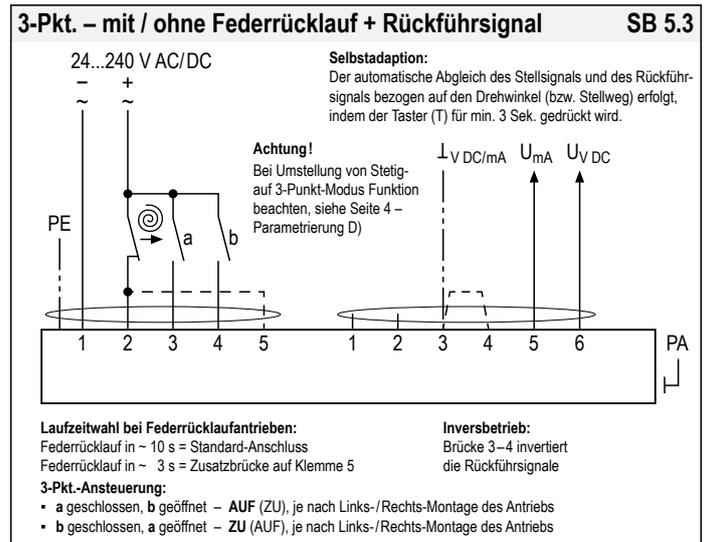
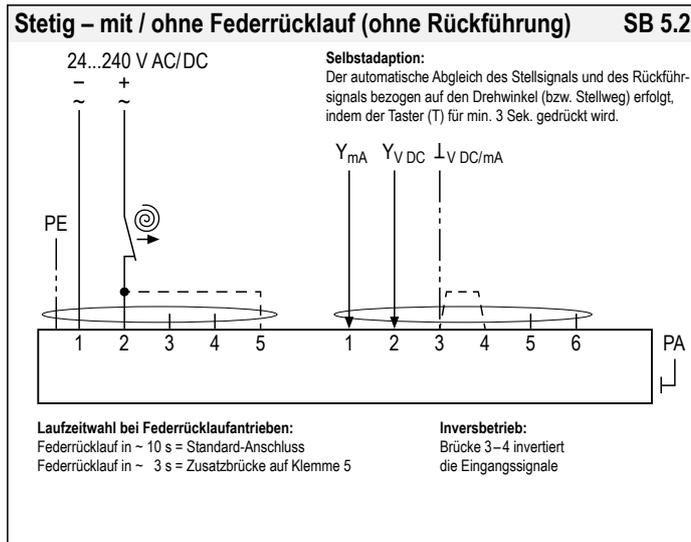
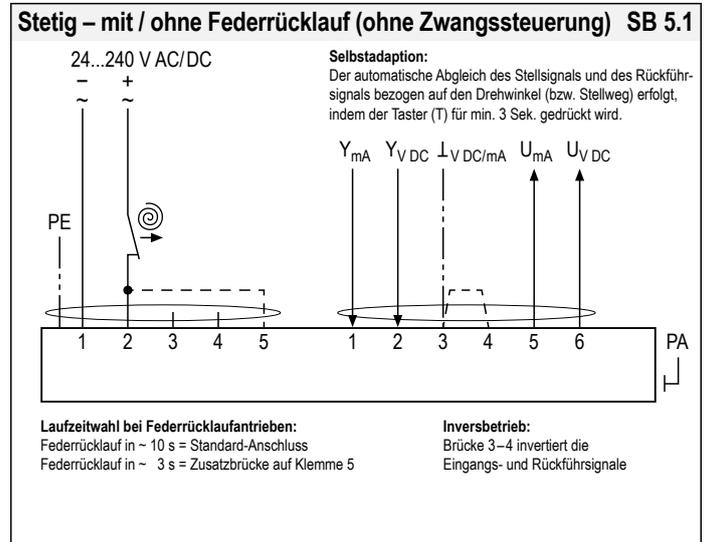
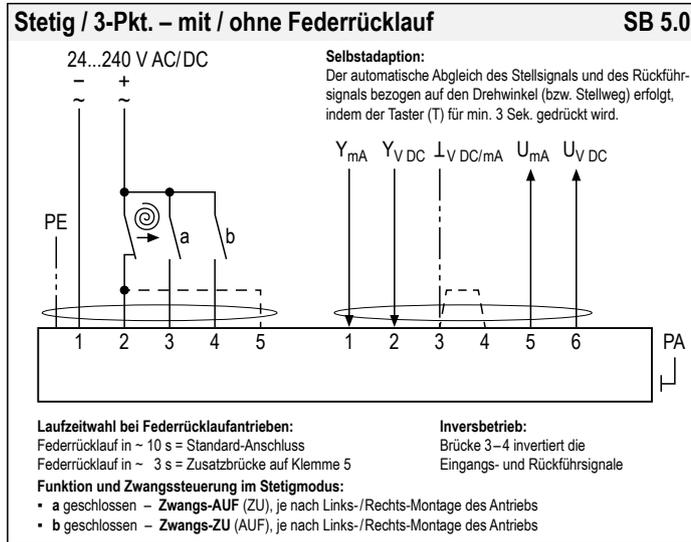
...-CTS	Typen mit Aluminium-Gehäuse und seewasserbeständiger Beschichtung, Teile vernickelt
...-VAS	Typen mit Gehäuse aus Edelstahl, Teile vernickelt
ExBox-Y/S...	Ex-e Klemmkästen zum Anschluss in Ex-Bereichen Zonen 1, 2, 21, 22
MKK-S	Montagekonsole für Klemmkästen ...Box... am Antrieb
ExSwitch	2 externe, getrennt einstellbare Hilfsschalter für Zone 1, 2, 21, 22
HV-S...	Nachrüstbare Handverstellung für ...Max-Antriebe Baugröße S
KB-S	Klemmverbindung für Achsen von \varnothing 10...20 mm und \square 10...16 mm
AR-12-xx	4-Kant-Einsatz zur Reduzierung der 12 mm Achsaufnahme auf 11, 10, 9, 8 mm
Kit-S8	Kabelverschraubungen Messing vernickelt
Adaptionen	für Armaturen auf Anfrage



Elektrischer Anschluss

Alle Antriebe verfügen über eine automatische Spannungserkennung für 24...240 V AC/DC. Die Antriebe erkennen die angelegte Spannung selbstständig und müssen nicht angepasst werden! Die Sicherheitsfunktion bei Federrücklaufantrieben erfolgt durch Unterbrechung der Versorgungsspannung. Der elektrische Anschluss innerhalb des Ex-Bereiches muss

über einen nach ATEX bescheinigten Ex-e Klemmkasten erfolgen (z. B. ExBox). Ein installationsseitiges Überstrom-Schutzorgan < 10 A ist vorzusehen. Beachten Sie, dass der Anlaufstrom ca. 2 A für 1 Sek. beträgt.



Wichtige Informationen für die Installation und den Betrieb

A. Installation, Inbetriebnahme, Wartung
Es sind alle einschlägigen nationalen und internationalen Normen und Vorschriften für Ex-Bereiche zu beachten. Zertifizierte Betriebsmittel müssen gemäß Herstelleranleitung installiert werden. Wenn das Gerät abweichend von der vom Hersteller festgelegten Art und Weise verwendet wird, kann das Sicherheitsniveau des Geräts gemindert sein. Für die Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen kann die EN/IEC 60079-14 herangezogen werden.
Zum elektrischen Anschluss ist ein Klemmkasten Ex-e zu verwenden (z. B. ExBox-...).
Achtung: Bei einer Außerbetriebnahme müssen die Ex-Schutz-Vorschriften beachtet werden. Deckel des Klemmkasten unter Spannung nicht öffnen!
Die Anschlussleitungen der Antriebe sind fest und so zu verlegen, dass sie vor mechanischer und thermischer Beschädigung hinreichend geschützt sind. Potenzialausgleich anschließen. Temperaturübertragung von Armatur zum Antrieb vermeiden! Schließen aller Öffnungen mit mind. IP66 ist zu gewährleisten. Bei Aufstellung im Freien ist ein Wetterschutz gegen Sonne, Regen und Schnee vorzusehen sowie die Funktion der integrierten Heizung durch Anlegen der Konstanzspannungsversorgung

Fortsetzung nächste Seite



Wichtige Informationen für die Installation und den Betrieb

an den Klemmen 1 und 2 sofort nach der Installation zu gewährleisten. Bei der Inbetriebnahme ist ein Stellwinkelabgleich durchzuführen.

Antriebe sind wartungsfrei. Eine jährliche Kontrolle ist empfohlen. Für die Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen kann die EN/IEC 60079-17 herangezogen werden. Ex-Geräte dürfen nur vom Hersteller geöffnet werden.

B. Handbetätigung

Vor manueller Verstellung müssen die Antriebe spannungsfrei sein. Mit beiliegendem Sechskantschlüssel langsam drehen, die Betätigung kann schwergängig sein.

Achtung: Bei zu schnellem Lösen bzw. Loslassen des Sechskantschlüssels besteht bei Antrieben mit Federrücklauf Verletzungsgefahr!

C. Achsverbindung, Laufzeitwahl am Antrieb

Die Antriebe sind standardmäßig mit einer formschlüssigen Achsverbindung 12 x 12 mm ausgestattet. Für runde Achsen kann eine Klemmverbindung (z.B. KB-S) als Zubehör optional angebracht werden. Die Gehäuse sind achssymmetrisch aufgebaut, so dass die Drehrichtungswahl durch Links-/Rechts-Montage erfolgt. Es können mit dem 10-Stellen-Schalter typenabhängig verschiedene Motorlaufzeiten und Drehmomente am Antrieb eingestellt werden.

D. 3-Punkt-Regelbetrieb

Max-Antriebe sind für den 3-Pkt.-Regelbetrieb bestens geeignet. Um Elemente wie Getriebe und Verbindungselemente vor schädlichen Einflüssen durch zu kurze Regelpulse zu schützen, sind ...Max-Antriebe über die interne Elektronik geschützt. Die Elektronik ignoriert Impulse < 0,5 s, die Pulslänge muss min. 0,5 s sein. Bei Richtungswechsel beträgt die Pause 1 s.

E. Federrücklauffunktion

Die Federrücklauffunktion ist nur bei Unterbrechung der Versorgungsleitung der Klemmen 1 oder 2 in Aktion. Bei einer Unterbrechung fährt der Antrieb grundsätzlich über Feder in seine Endstellung, auch wenn die Spannungsversorgung während der Rückstellfunktion wieder verfügbar ist. Danach wird die Stell-/Regelfunktion fortgesetzt.

F. Einsatz bei niedrigen Umgebungstemperaturen unter -20 °C

Alle Antriebe sind mit einer integrierten, geregelten Heizung für Einsätze bis -40 °C Umgebungstemperatur ausgestattet. Die Heizung wird mit Anlegen der Konstantspannungsversorgung auf den Klemmen 1 und 2 automatisch versorgt.

1. Nach der Montage des Antriebs ist dieser sofort elektrisch anzuschließen.
2. Die Heizung schaltet sich automatisch ein, wenn der Stellantrieb intern -20 °C erreicht. Sie erwärmt den Antrieb auf Betriebstemperatur und schaltet automatisch ab. Der Antrieb bewegt sich während der Aufheizphase nicht.
3. Die Stell- und Regelfunktion ist erst nach dieser Aufheizzeit gewährleistet.

G. Übertemperaturen

Aufgrund der ATEX Ex-Vorschriften sind Antriebe bezüglich der Temperaturklasse gegen Übertemperatur zu sichern. Dies erfolgt über einen internen Thermostat, der als Maximalbegrenzer dient und im Fehlerfall bei unzulässiger Temperatur den Antrieb irreversibel abschaltet. Ein vorgeschalteter Temperatursensor sorgt dafür, dass im Falle einer Fehlbetätigung der Antrieb bereits vor diesem Punkt abschaltet. Diese Sicherheitsfunktion ist reversibel, so dass der Antrieb nach Abkühlung wieder voll funktionsfähig ist. Der Fehler muss jedoch bauseits sofort behoben werden!

H. Synchronbetrieb

Mehrere Antriebe auf einer Achsverbindung oder mechanisch verbundene sind nicht erlaubt.

I. Mechanischer Schutz

Die Antriebe müssen mit einer minimalen äußeren Last betrieben werden. Nach Anbau an die Klappe/Armatür muss ein Stellwinkelabgleich durchgeführt werden, um die Klappe/Armatür vor mechanischen Belastungen zu schützen. Im Betrieb reduziert der Antrieb vor Erreichen der Endstellung/Blockade kurzzeitig die Geschwindigkeit (Motorleistung) und dreht „sanft“ in die Blockade.

J. Eigensichere Stromkreise

Der Antrieb ist „druckfest“ gekapselt gemäß EN 60079. Die eigensicheren Stromkreise beziehen sich auf die Versorgung des Tasters (Abgleichfahrt), des 10-Stellen-Schalters (Drehmoment- und Laufzeiteinstellung) und der LED zur Statusanzeige.

ⓘ Zusatzinformation (siehe separates Datenblatt)

Zusätzliche technische Informationen, Abmessungen, Montageanleitungen, bildliche Darstellungen und Fehlerindikation.

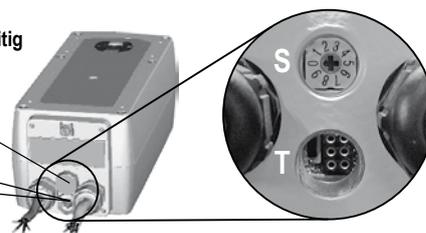
Parametrierung und Betriebs-/Störmeldungen

Schalter – Taster – Lampe zur Parametrierung (kabelseitig hinter den Blindstopfen)

10-Stellen-Schalter (S)

Taster (T)

3-Farb-LED



Auswahl der Einstellparameter

Beispiel:
ExMax-15.30-Y

Gewünschte Parameter:

Drehmoment 30 Nm
Motorlaufzeit 30 s/90°

Ergebnis:

Schalterposition **07**

Type	Drehmomentauswahl	
ExMax- 5.10-Y ▶	5 Nm	10 Nm
ExMax- 15.30-Y ▶	15 Nm	30 Nm
ExMax- 5.10-YF ▶	5 Nm	10 Nm
ExMax- 15-YF ▶	15 Nm	
	▼	▼
Laufzeiten	Schalterstellung (S)	
7,5 s/90° ▶	00	05
15 s/90° ▶	01	06
30 s/90° ▶	02	07
60 s/90° ▶	03	08
120 s/90° ▶	04	09

Funktionen, Einstellungen und Parametrierung

A) Stellwinkelabgleich

Den Schalter (S) in Stellung 02 (kleines Drehmoment) oder 07 (großes Drehmoment) drehen. Den Taster (T) mind. 3 Sekunden lang gedrückt halten. Der Antrieb fährt beide Endstellung selbstständig an und erkennt die Blockadepositionen. Die LED blinkt GRÜN während des Abgleichs.

Der Abgleich dauert ca. 60 Sek. (30 Sek. „Auf“, 30 Sek. „Zu“).

B) Motorlaufzeit- und Drehmomentwahl

Die Parameter dürfen nur bei Stillstand des Antriebs oder ohne anliegende Spannung eingestellt werden. Den Schalter (S) auf die für den Betrieb benötigte Position drehen gemäß Tabelle oben. Die gewählten Parameter werden bei der nächsten Regel-/Stellfunktion ausgeführt.

C) Federrücklaufzeit

Die Federrücklaufzeit wird durch die Verdrahtung gewählt.

D) Umstellung von Stetig-Betrieb auf 3-Pkt.-Betrieb mit Rückführung

Stetig-Modus: Die LED leuchtet GRÜN, Spannung liegt an.

Taster (T) 3 x kurz drücken:

- jeweils mindestens 0,2 Sekunden lang
- insgesamt innerhalb von max. 5 Sekunden

Die LED wechselt von Dauer-GRÜN auf Dauer-GELB*.

E) Umstellung von 3-Pkt.-Betrieb mit Rückführung auf Stetig-Betrieb

3-Pkt.-Modus: Die LED leuchtet GELB*, Spannung liegt an.

Taster (T) 3 x kurz drücken.

Die LED wechselt von Dauer-GELB* auf Dauer-GRÜN.

F) Zusatzinformation für die Ansteuerung im 3-Pkt.-Betrieb mit Rückführung

a geschlossen, b offen = Richtung I a und b geschlossen = Motor dreht nicht
b geschlossen, a offen = Richtung II a und b geöffnet = Motor dreht nicht
Die Drehrichtung (I und II) ist abhängig von der Links-/Rechts-Montage des Antriebs an die Klappe. Eine motorische Drehrichtungsänderung erfolgt durch Vertauschen der Anschlussdrähte 3 und 4.

Die Y-Eingänge sind im 3-Pkt.-Betrieb mit Rückführung ohne Funktion.

G) Invertierung

Durch Brücken der Signalleitungen 3–4 (Kabel B) werden die Funktionen der Eingangs- und der Rückführsignale invertiert.

* Hinweis: „GELB“ kann variieren von gelblich bis orange.



Achtung

Bei der Inbetriebnahme ist ein Stellwinkelabgleich durchzuführen.

Bei den Motorlaufzeiten die Einschaltdauer beachten!

Federantriebe dürfen nicht ohne externe Last betrieben werden.